

PENGUJIAN TEGANGAN TEMBUS ISOLASI MINYAK TRANSFORMATOR FASILITAS GEDUNG REKTORAT UNIVERSITAS AIRLANGGA SURABAYA

Oleh:

Urip Mudjiono¹, Edy Prasetyo Hidayat²

Dosen Jurusan Teknik Kelistrikan Kapal, PPNS - ITS

E-mail: urip.mujiono1968@gmail.com dan edi.ph2012@gmail.com

Abstract: *Testing of transformer insulating oil breakdown voltage Rectorate Building Facilities Airlangga University Surabaya conducted to determine the stability and viability of the transformer oil. Transformer oil samples taken half a liter, then the oil is placed in the test apparatus using Megger Type OTS60PB. This was repeated at intervals of 30 seconds, each time of testing performed six times, and the results taken average prices. This tester has two electrodes with a diameter of 12.5 mm, voltage is applied gradually (every second 2 kV ranging from zero to jump the fire occurred). From the test results obtained by the average value of breakdown voltage isolation transformer oil at a temperature of 30oC prior to treatment of 22.4 kV / 2.5 mm with oil colors on figure 2 (still good), and amounted to 72.05 kV / 2.5 mm after treatment (SPLN'50 -1982 and IEC No. 56 in 1991 standard ie ≥ 30 kV / 2.5 mm)*

Kata Kunci: Pengujian, tegangan tembus, minyak, transformayor, RMI.

Fasilitas Gedung Rektorat Universitas Airlangga Surabaya dalam pengoperasian catu daya menggunakan sebuah unit transformator dengan kapasitas transformator 630 kVA, tegangan sisi primer terhubung dengan tegangan menengah 20 kV, tegangan sisi sekunder adalah 380–220 Volt.

Sistim kerja Transformator adalah seperti pada umumnya Transformator, bila kumparan primer dihubungkan dengan tegangan/arus bolak-balik maka pada kumparan tersebut timbul fluksi yang menginduksikan tegangan, bila pada rangkaian sekunder ditutup (rangkaian beban) maka akan mengalir arus pada

kumparan ini. Jadi kumparan sebagai alat transformasi tegangan dan arus. Kumparan dan inti Transformator direndam dalam minyak Transformator, hal ini karena minyak transformator yang disirkulasikan mempunyai sifat sebagai media pemindah panas, isolasi dan media pendingin [1].

Minyak Transformator.

Fungsi dari minyak Transformator adalah sebagai berikut: [1]

- **Isolasi** yaitu mengisolasi kumparan didalam trafo supaya tidak terjadi loncatan bunga api listrik (hubungan pendek) akibat tegangan tinggi.

- **Pendingin** yaitu mengambil panas yang ditimbulkan sewaktu transformator berbeban lalu melepaskannya.
- **Melindungi** komponen-komponen di dalam Transformator terhadap korosi dan oksidasi.

Untuk itu minyak transformator harus memenuhi persyaratan sebagai berikut:

- **Kekuatan isolasi harus tinggi**, sesuai IEC 296 minyak transformator harus Class 1 & 2 yaitu untuk minyak baru dan belum di Filter > 30 kV/2,5 mm dan setelah difilter yaitu > 50 kV/2,5 mm.
- **Penyalur panas yang baik**, berat jenis kecil, sehingga partikel-partikel dalam minyak dapat mengendap dengan cepat.
- **Viskositas yang rendah** agar lebih mudah bersirkulasi dan kemampuan pendinginan menjadi lebih baik. Pada IEC 296 Viskositas minyak class 1 saat suhu 40° C adalah < 16,5 cSt.
- **Titik nyala yang tinggi**, tidak mudah menguap yang dapat membahayakan. Sesuai IEC 296 *Flash point* minyak transformator di atas 163°C dan *Pour point* adalah di bawah – 30 ° C.
- **Tidak merusak bahan isolasi padat.**
- **Sifat kimia (keasaman) yang stabil.**

Spesifikasi dan metode pengetesan minyak yang digunakan untuk minyak isolasi transformator adalah menggunakan standar IEC Publ 296 “*Specification for unused mineral insulating oil for transformer and switchgear*”.

Jika minyak isolasi transformer didatangkan dengan tangki tersendiri, besar *moisture* yang terdapat dalam minyak tidak boleh lebih besar dari 10 ppm dan dalam masa pengangkutan minyak tidak boleh

terkontaminasi oleh udara, maka sebelum minyak dipompakan ke dalam tangki transformator perlu dilakukan penyaringan dan pemurnian (*Treatment*).

Pengaman Transformator.

Sistim pengaman pada Transformator diantaranya adalah sebagai berikut: [2]

- Tangki dan Konservator.

Pada umumnya bagian-bagian dari trafo yang terendam minyak transformator berada dalam tangki. Untuk menampung pemuatan minyak transformator, tangki dilengkapi dengan konservator.

- Pendingin.

Pada inti besi dan kumparan-kumparan akan timbul panas akibat rugi-rugi besi dan rugi-rugi tembaga. Bila panas tersebut mengakibatkan kenaikan suhu yang berlebihan, akan merusak isolasi di dalam transformator, maka untuk mengurangi kenaikan suhu yang berlebihan tersebut transformator perlu dilengkapi dengan sistem pendingin. Sedangkan untuk menyalurkan panas keluar transformator dengan melalui kisi-kisi dari tangki minyak transformator sebagai mediator pemindah panas yang bersinggungan langsung dengan udara luar. Media yang digunakan pada sistem pendingin dapat berupa udara atau gas, minyak dan air.

- Alat pernapasan.

Karena pengaruh naik turunnya beban transformator maupun suhu udara luar, maka suhu minyakpun akan berubah-ubah mengikuti keadaan tersebut. Bila suhu minyak tinggi, minyak akan memuai dan mendesak udara di atas permukaan minyak keluar dari dalam tangki. Sebaliknya bila suhu minyak turun, minyak menyusut maka udara luar akan masuk ke dalam tangki.

Kedua proses di atas disebut pernapasan transformator.

Permukaan minyak transformator akan selalu bersinggungan dengan udara luar yang menurunkan nilai tegangan tembus minyak transformator, yang menyebabkan ketidak murnian pada minyak. Maka untuk mencegah hal tersebut, pada ujung pipa penghubung udara luar dilengkapi tabung berisi kristal zat higroskopis (Silikagel).

Pemakaian minyak transformator mempunyai persyaratan khusus yang telah di atur oleh SPLN'50-1982 "Pedoman Pepengujian Transformator Terendam Minyak". dan IEC No.56.Thn1991 antara lain mengenai persyaratan dan keandalan minyak transformator dengan daya tembus minyak harus serendah-rendahnya 30 kV /2,5 mm.

Berdasarkan peraturan tersebut dan mengingat faktor keamanan dan keselamatan, maka perlu kiranya dilakukan pengujian daya tembus minyak transformator secara berkala.

Jadwal Pemeliharaan Transformator [3]

- Pemeliharaan Bulanan.

Dilaksanakan dalam keadaan beroperasi. Berupa pekerjaan pemeriksaan visual yang meliputi pemeriksaan: tinggi permukaan minyak, wama minyak, kondisi bushing, kondisi permukaan tangki/radiator, dan kemungkinan adanya kebocoran, suhu transformator, mengadakan pengukuran tegangan/beban transformator, serta penyetelan sadapan.

- Pemeliharaan Tahunan.

Dilaksanakan dalam keadaan tidak bertegangan pekerjaan yang dilakukan sama dengan pekerjaan pemeliharaan bulanan ditambah dengan pemeriksaan kelengkapan

transformator, yaitu: arrester, spark gap, pentanahan, tempat kedudukan transformator serta pengukuran/pengujian kontinyuitas belitan, tahanan isolasi, polaritas indeks dan dielektrik minyak isolasinya.

Unit Transformator pada fasilitas Gedung Rektorat Universitas Airlangga Surabaya yang telah digunakan sejak tahun 1954, terhitung mulai tahun 2010 dilakukan kerjasama penanganan masalah pemeliharaan rutin Transformator dengan pihak luar yaitu CV. Sancaka Tehnika. Adapun pemeliharaan tersebut dilaksanakan setiap 4 bulan sekali meliputi pembersihan Gardu Transformator dan Pengujian Tegangan tembus minyak Transformator, sedangkan pekerjaan Purifikasi atau Treatment minyak Transformator dilaksanakan setiap 1 (satu) tahun sekali untuk mengantisipasi keamanan dan kontinuitas operasi.

METODE PENELITIAN

Tata Kerja.

Alat: Merk Megger, Tipe OTS60-PB, digunakan untuk menguji /mengukur kemampuan dielektrik minyak Transformator. Hal ini dilakukan karena selain berfungsi sebagai pendingin Transformator, minyak /oli Transformator juga berfungsi sebagai isolasi.

Prosedur kerja.

Peralatan yang dapat digunakan selain Merk Megger, Tipe OTS60PB, misalnya Merk Hipotronics type EP600CD. Cara pengujian: [4]

- Bersihkan tempat sample oli dari kotoran dengan mencucinya dengan oli sampai bersih.
- Ambil contoh/sample oli yang akan diuji, usahakan pada saat pengambilan

sample oli tidak tersentuh tangan atau terlalu lama terkena udara luar karena oli /minyak ini sangat sensitive.

- c. Tempatkan sample oli pada alat test.
- d. Nyalakan power alat test.
- e. Tekan tombol start dan counter akan mencatat secara otomatis sejauh mana kemampuan dielektrik oli tersebut. Setelah counter berhenti dan tombol reset menyala, tekan tombol reset untuk mengembalikan ke posisi semula.
- f. Hasil pengujian tegangan tembus diambil rata-ratanya setelah dilakukan 6 (lima) kali dengan selang waktu 30 detik.

Cara kerja

Cara pengujian minyak transformator dilakukan sesuai dengan Standar SPLN'50-1982 dan IEC No.56.Thn1991. Cara kerja pengujian tersebut adalah sebagai berikut: [4]

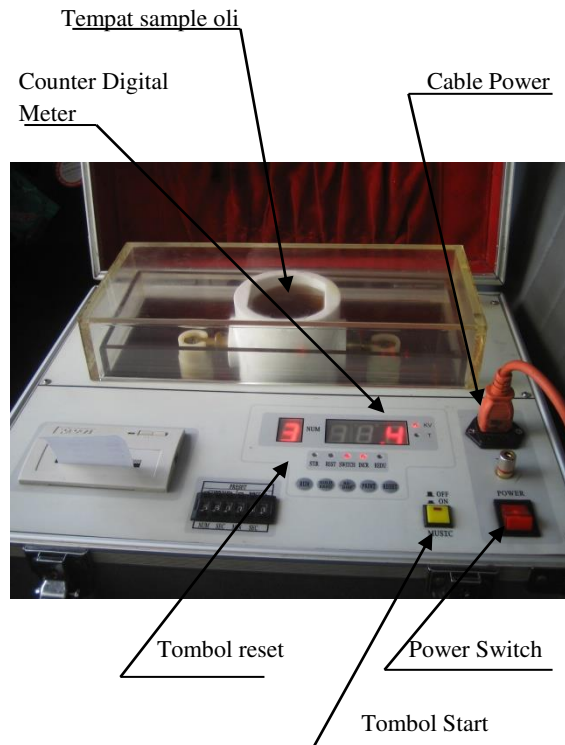
Pengambilan sampel sebanyak setengah liter dengan cara membuka katup buang tanki yang terletak pada bagian bawah dari tanki. Gambar 1 berikut ini menunjukkan katub buang tangki minyak Transformator.



Katub buang tangki minyak Trafo

Gambar 1 Katup buang Tanki minyak Transformator

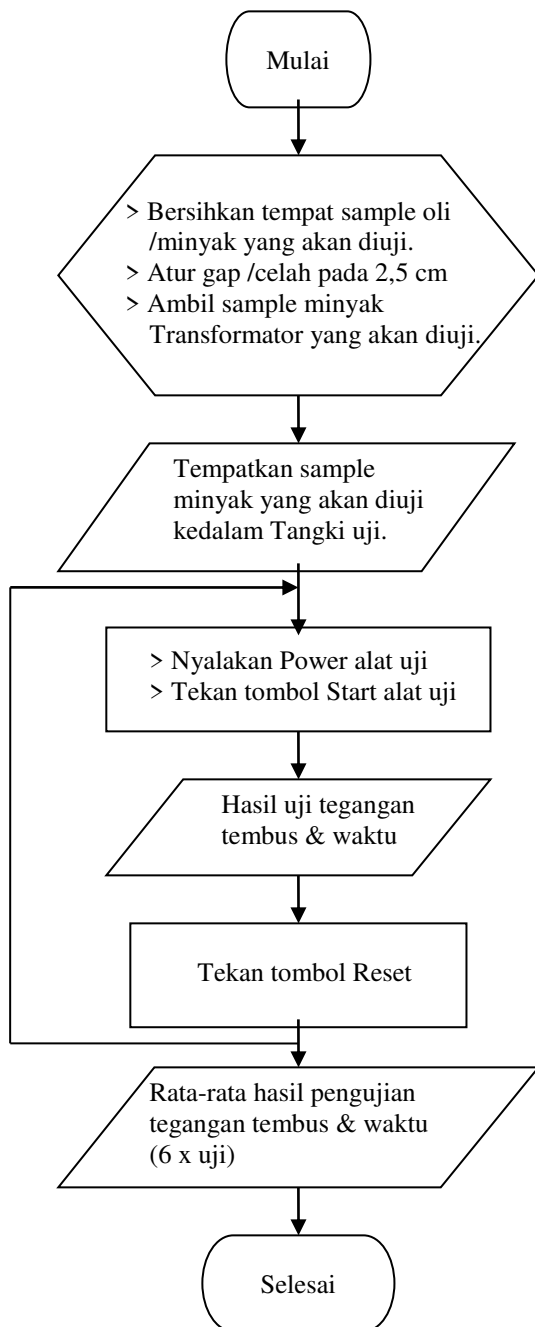
Selanjutnya minyak tersebut dimasukkan ke dalam alat uji. Gambar 2. berikut ini adalah menunjukkan alat penguji minyak Trafo.



Gambar 2. Alat Penguji Minyak Trafo

Alat penguji tersebut dilengkapi dengan dua buah elektroda positif dan negatif dengan diameter 12,5 mm. Kerapatan diatur 2,5 mm kemudian disambung pada jalur listrik, tuas *Main Circuit Breaker* (MCB) yang terdapat pada panel penguji di naikan. *Regulator* diatur pada posisi 2 kV, naikan setiap detik sampai terjadi loncatan bunga api antara dua buah elektroda. Hal ini dilakukan enam kali pengujian dengan selang waktu 30 detik, dilakukan setiap kali proses pengujian sebanyak enam kali, dan diambil rata-rata. Lebih jelasnya seperti pada Gambar 3.

Pengujian tegangan tembus isolasi minyak Transformator dilakukan pada suhu 30 °C dengan menggunakan alat uji merk : Megger tipe OTS60PB.



Gambar 3. Diagram Alir Pengujian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengujian Tegangan tembus minyak Transformator sebelum dilakukan proses purifikasi /treatment ditunjukkan pada Tabel 1, sedangkan hasil pengujian Tegangan

tembus minyak Transformator setelah dilakukan proses purifikasi /treatment ditunjukkan pada Tabel 2 berikut ini.

Tabel 1. Hasil Pengujian Tegangan tembus minyak Transformator sebelum purifikasi/ treatment

| No. Gardu Induk | Pengujian | Tegangan tembus / 2,5 mm (kV) | Waktu (detik) | *) Warna Minyak |
|-------------------|-----------|-------------------------------|---------------|-----------------|
| Rektorat | 1 | 21,6 | 30 | 2 |
| | 2 | 24,8 | 30 | |
| | 3 | 19,5 | 30 | |
| | 4 | 22,4 | 30 | |
| | 5 | 28,6 | 30 | |
| | 6 | 17,5 | 30 | |
| rata-rata nilai : | | 22,4 | 30 | |

Sumber : CV. Sancaka Tehnika

*)Keterangan : 1= baru /baik, 2 = baik, 7=jelek/ganti baru

Tabel 2. Hasil Pengujian Tegangan tembus minyak Transformator setelah purifikasi/treat-ment

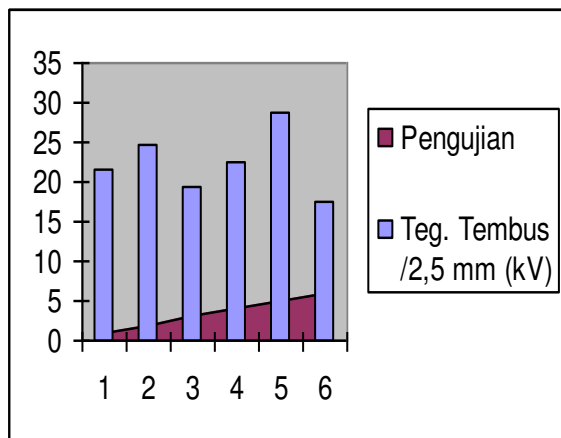
| No. Gardu Induk | Pengujian | Tegangan tembus / 2,5 mm (kV) | Waktu (detik) | *) Warna Minyak |
|-------------------|-----------|-------------------------------|---------------|-----------------|
| Rektorat | 1 | 70.1 | 30 | 2 |
| | 2 | 70,1 | 30 | |
| | 3 | 70,9 | 30 | |
| | 4 | 70,4 | 30 | |
| | 5 | 80.4 | 30 | |
| | 6 | 70,7 | 30 | |
| rata-rata nilai : | | 72,05 | 30 | |

Sumber : CV. Sancaka Tehnika

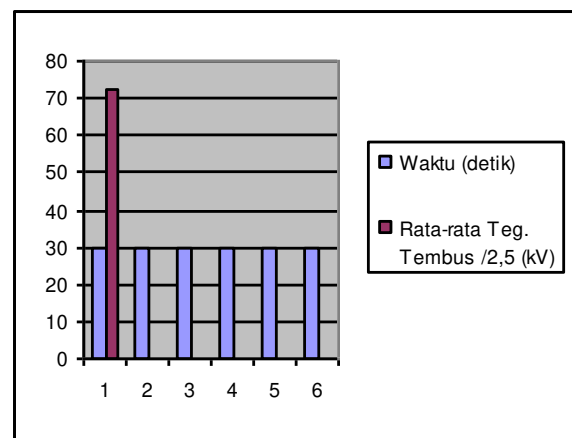
*)Keterangan : 1= baru /baik, 2 = baik, 7=jelek/ganti baru

Grafik hasil analisis tegangan tembus isolasi minyak Transformator pada suhu 30°C masing-masing dapat dilihat pada Gambar 4. Gambar 5, Gambar 6 dan Gambar 7 berikut ini.

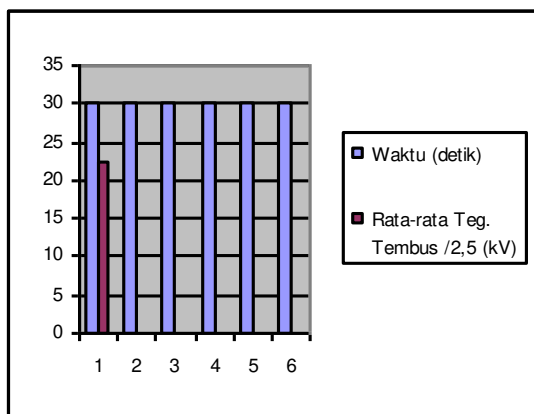
Pada grafik Gambar 5 dapat diketahui bahwa tegangan tembus isolasi minyak transformator sebelum dipurifikasi /ditreatment besarnya rata-rata 22,4 kV/2,5 mm.



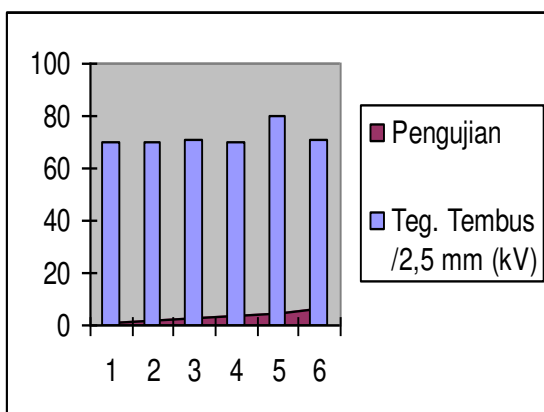
Gambar 4. Grafik Tegangan tembus isolasi minyak Transformator pada suhu 30°C sebelum ditreatment



Gambar 7. Grafik Tegangan tembus rata-rata isolasi minyak Transformator pada suhu 30°C setelah ditreatment



Gambar 5. Grafik Tegangan tembus rata-rata isolasi minyak Transformator pada suhu 30°C sebelum ditreatment



Gambar 6. Grafik Tegangan tembus isolasi minyak Transformator pada suhu 30°C setelah ditreatment

Jika dibandingkan dengan peraturan yang telah ditetapkan menurut SPLN'50-1982 dan IEC No. 56 tahun 1991, minyak trafo tergolong di bawah standar (standar ≥ 30 kV/2,5 mm). Perubahan penurunan tegangan tembus minyak transformator disebabkan adanya partikel uap air dalam minyak. Terjadinya penambahan partikel air pada minyak trafo, karena pengaruh naik turunnya beban transformator maupun temperatur udara luar. Oleh sebab itu, temperatur minyakpun akan berubah-ubah mengikuti keadaan tersebut. Bila temperatur minyak tinggi, minyak akan memuai dan mendesak udara di atas permukaan minyak keluar dari dalam tangki. Sebaliknya apabila temperatur minyak turun, minyak menyusut sehingga udara luar akan masuk ke dalam tangki. Kedua proses di atas disebut pernapasan transformator.

Permukaan minyak transformator akan selalu bersinggungan dengan udara luar sehingga uap air dalam udara masuk ke minyak transformator dan menurunkan nilai tegangan tembus minyak transformator. Apabila silikagel berfungsi dengan baik maka udara yang masuk ke dalam minyak

transformator menjadi kering. Untuk mencegah hal tersebut, pada ujung pipa penghubung udara luar dilengkapi tabung yang terisi kristal zat higroskopis (Sillikagel). Sillikagel dinyatakan jenuh apabila telah terjadi perubahan warna, yakni dari warna dasar biru menjadi merah. Perubahan warna tersebut disebabkan minyak transformator yang telah merembes ke dalam sillikagel. Rembesan minyak transformator tidak akan terjadi apabila minyak transformator dalam kondisi baik dengan kandungan partikel air tidak terlalu banyak berdasarkan hasil uji tegangan tembus yang berada di bawah standar. Dapat dipastikan bahwa minyak transformator sudah dapat diganti dengan minyak transformator yang baru atau dilakukan penanganan.

Setelah dilakukan penanganan perawatan rutin dan melalui proses purifikasi /*treatment* pada minyak transformator diperoleh rata-rata hasil pengujian tegangan tembus isolasi minyak transformator sebesar 72,05 kV /2,5 mm (lihat Gambar 7), menurut SPLN'50-1982 dan IEC No. 56 tahun 1991, minyak transformator tergolong diatas standar (standar ≥ 30 kV/2,5 mm).

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Dari hasil pengujian tegangan tembus isolasi minyak Transformator fasilitas Gedung Rektorat Universitas Airlangga

Surabaya dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Tegangan tembus rata-rata isolasi minyak. Transformator pada suhu 30°C sebelum dilakukan proses purifikasi /*treatment* dalah 22,4 kV /2,5 mm, menurut SPLN' 50-1982 dan IEC No.56 Tahun 1991. Isolasi minyak Transformator tergolong dibawah standar (standar ≥ 30 kV /2,5 mm).
2. Warna minyak Transformator masih dalam kategori baik, yaitu angka 2 (belum disyaratkan untuk diganti).
3. Tegangan tembus rata-rata isolasi minyak Transformator pada suhu 30°C setelah dilakukan proses purifikasi /*treatment* adalah 72,05 kV /2,5 mm, menurut SPLN'50-1982 dan IEC No.56 Tahun 1991 isolasi minyak Transformator tergolong diatas standar (standar ≥ 30 kV/2,5 mm).

Saran

1. Perlu dilakukan penanganan guna menjaga kesetabilan dan keselamatan transformator dari kerusakan.
2. Perlu dilakukan penggantian sillika gel, karena sillikagel merupakan filter penghubung dengan udara luar. Untuk perawatan minyak transformator perlu dilakukan pengujian daya tembus minyak dan silikagel setiap dua tahun sekali.

DAFTAR PUSTAKA

ANONIM, Elektro Indonesia, 2001, Transformator Daya dan Cara Pengujiannya, edisi nomer 36, Tahun VII, Elektro Indobesia, Jakarta.

.....,dunia-listrik.blokspot.com/2009/01

/Komponen-komponen Transformator.

ANONIM, PT. PLN (Persero) P3B, 2003, Panduan Pemeliharaan Transformator Tenaga, Perusahaan Umum

Listrik Negaram, Jakarta.

Listrik Negara, Jakarta

ANONIM, SPLN'50-1982 dan IEC .
No.56.Thn.1991, Pengujian Transfor-
mator, Standar Perusahaan Umum